



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103292835 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 12

(21) 申请号 201310173930. 2

(22) 申请日 2013. 05. 10

(73) 专利权人 中国科学技术大学

地址 230026 安徽省合肥市包河区金寨路
96 号

(72) 发明人 王洁 张和平 陆松 杨慎林

(74) 专利代理机构 北京科迪生专利代理有限责
任公司 11251

代理人 杨学明 顾炜

(51) Int. Cl.

G01D 18/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 203338503 U, 2013. 12. 11, 权利要求 1.

CN 102052936 A, 2011. 05. 11, 全文.

董文辉等. 火灾探测性能综合评估试验平台

设计. 《消防科学与技术》. 2006, 第 25 卷 (第 6 期), 第 789-792 页及附图 1-4 及表 1-5.

马鲜萌等. 感烟火灾探测器性能检测现状分析. 《安防科技-安全技术》. 2010, (第 9 期), 图 1 及第 54 页.

审查员 王昆朋

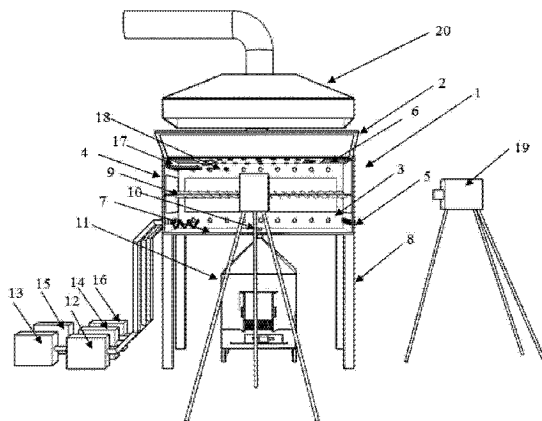
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54) 发明名称

一种火灾探测性能综合检测模拟实验装置

(57) 摘要

本发明提供一种火灾探测性能综合检测模拟实验装置,其包括实验台主体(1)、配套模拟发生装置、测控系统和排烟装置(20);该实验装置在具备常规火灾探测性能检测功能以外,还能够根据探测器情况及适用场所特点组合设置,克服现有装置未考虑烟气分布特性,灰尘、水雾和风速变化,探测器位置对探测性能影响的缺点,其特点是功能多样,构造简单,可靠性高,组合和拆卸方便,成本较低。本发明装置可进行小尺寸标准试验火、均流烟气模拟和实际应用环境模拟等多种实验,考虑了火灾探测器相对于火源位置对火灾探测性能的影响。在燃烧室顶棚设有足够多的被检火灾探测器安装螺纹孔,以便根据火灾探测器实际情况,改变其在燃烧室内位置。



1. 一种火灾探测性能综合检测模拟实验装置,包括实验台主体(1)、配套模拟发生装置、测控系统和排烟装置(20);其特征在于:

所述实验台主体(1)是前后左右四壁设有观察窗的长方体燃烧室,与标准燃烧实验室相似比例为1:10;所述燃烧室的顶棚(6)中心和以此为圆心的半径0.3m的圆周上每15°均匀开有贯穿燃烧室器壁的螺纹孔(21),用于安装被检火灾探测器;所述顶棚(6)的两侧各设有向外开启的排烟口(22);燃烧室的后壁(3)、左侧壁(4)和右侧壁(5)下部的器壁上均匀开有贯穿燃烧室器壁的间距10cm的螺纹孔(23),作为配套模拟发生装置接入口;所述后壁(3)和左侧壁(4)上部均匀开有贯穿燃烧室器壁的间隔10cm的螺纹孔(24),作为烟气基本参数测量系统(17)和烟气成分测量系统(18)中测量探头或信号线引入口;底板中心设有烟气接入口(10);所述左侧壁(4)和右侧壁(5)中间开有条形卡槽(26),整流栅左右边缘置于条形卡槽内,能够抽出拆卸;所述整流栅(9)采用电磁控制开启关闭的百叶栅格;

所述配套模拟发生装置,包括发烟器(11)、电加热管(14)、灰尘发生器(12)、加湿器(13)、气溶胶发生器(15)和标准气体发生器(16);所述电加热管(14)的电阻丝、灰尘发生器(12)、加湿器(13)、气溶胶发生器(15)和标准气体发生器(16)的输出口通过燃烧室器壁上配套模拟发生装置接入口与燃烧室相连,输出口位置可以根据实验要求选择左、右或中间接入口;所述发烟器(11)为以不锈钢材料制作的长方体结构,其顶部为小型集烟罩(27),该集烟罩(27)与发烟器四壁密封连接,集烟罩的烟气通道接入上述燃烧室烟气接入口(10);所述发烟器(11)的内部设有格栅(28)将内部空间分为燃烧区和通风区上下两部分,燃烧区前侧开设可向外开启的双扇门(29),通风区前侧设有向外开启的通风口(30);该发烟器(11)的后侧和左右侧均设有观察窗(31);

所述测控系统,包括烟气基本参数测量系统(17)、烟气成分测量系统(18)和烟气气流显示系统(19);所述烟气基本参数测量系统(17)包括热电阻、湿度计、风速仪、离子烟浓度计、光学密度计及其数据处理装置,其测量探头或信号线通过燃烧室器壁上螺纹孔引入燃烧室内并安装在被检火灾探测器附近;所述烟气成分测量系统(18)由通过可选引入口布置于燃烧室内的电化学气体成分测量探头及与其电信号连接的数据处理装置构成;所述烟气气流显示系统(19)是布置于燃烧室前侧和右侧的对烟气流场进行记录的摄像机;

所述燃烧室上方设有排烟装置(20),由集烟罩、排烟管道和排烟风机依次相连组成;

进行火灾探测器的小尺寸标准试验火实验时,卸去整流栅(9),根据检测需求通过燃烧室顶棚处的螺纹孔(21)安装被检火灾探测器,通过燃烧室后壁和左侧壁上部的螺纹孔(24)在被检火灾探测器附近安装测量元件,启动测控系统中各设备,根据相似性理论确定木材阴燃、棉绳阴燃、聚氨酯塑料、正庚烷标准试验火燃料尺寸和用量,计算原理与具体步骤如下:

火灾学中的Froude相似模型要求火源的实际情况和尺寸情况下广义无量纲热释放速率(HRR)相同,因为:

$$\dot{Q}^* = \frac{\dot{Q}}{\rho_{\infty} T_{\infty} c_p \sqrt{g l^3}} \sim \frac{\dot{m} \Delta H_c}{\rho_{\infty} \sqrt{g l^3}} \sim \frac{v \rho_f l^2}{\rho_{\infty} \sqrt{g l^3}} \sim \frac{v}{\sqrt{g l}} = Fr \quad (1)$$

ρ_{∞} , T_{∞} 和 c_p 为环境空气的热物理性参数, g 为重力加速度, ΔH_c 为燃烧热, \dot{Q} 热释放

速率, \dot{Q}^* 无量纲热释放速率;

$$\text{几何相似 } x_m = x_0 \left(\frac{l_m}{l_0} \right) \quad (2)$$

$$\text{HRR 相似 } \dot{Q}_{c,m} = \dot{Q}_{c,0} \left(\frac{l_m}{l_0} \right)^{5/2} \quad (3)$$

下标 0 指代原型即实际大尺寸情况, m 指代模型即小尺寸情况, x 和 l 为几何尺寸, \dot{Q}_c 为对流热释放速率;

将所需燃料放入发烟器 (11) 的燃烧区点燃, 关闭双扇门 (29), 打开通风口 (30), 通过热电阻、风速仪、湿度计和气体分析仪分别测量火灾探测器所处的温度、速度、湿度和各种气体成分浓度; 通过离子烟浓度计和光学密度计测量烟气浓度, 用摄像机 (19) 记录烟气蔓延和分布情况, 从而综合测量火灾探测器发出报警信号时烟气各项参数大小并记录各项参数在实验过程中变化情况, 完成火灾探测器的性能检测工作。

一种火灾探测性能综合检测模拟实验装置

技术领域

[0001] 本发明属于火灾探测技术领域,具体涉及火灾探测性能检测的模拟实验装置。

背景技术

[0002] 火灾探测器性能的优劣直接影响火灾报警的及时性和可靠性,直接关系到人民生命财产安全。因此检测火灾探测器在不同目标场所的综合性能成为人们关注的课题。

[0003] 现有火灾探测性能检测方法可以分为两种:一种是《中华人民共和国国家标准点型感烟火灾探测器》GB4715-2005所述,在标准燃烧试验室内产生标准试验火,通过测量探测器动作时的火灾烟气参数检测火灾探测器的灵敏度、抗干扰能力等性能指标;另一种是《中华人民共和国国家标准化指导性技术文件点型感烟/感温火灾探测器性能评价》GB/Z24979-2010所述,在火灾探测性能综合模拟评估试验平台中使用单元部件产生模拟火灾早期烟气环境和干扰背景,对火灾探测器进行性能检测。

[0004] 标准燃烧试验室为长9m-11m、宽6m-8m、高3.8m-4.2m的密闭房间,具有通风设备,可进行常规环境下火灾探测器性能检测实验。由于标准燃烧室空间较大,缺少控制实验环境的相关装置,实验环境条件如温度、湿度和风速等难以调控,实验可重复性差。火灾探测性能综合模拟评估试验平台主体结构为0.4m*0.4m矩形截面的通风管道。由于其测试管道为水平布置,模拟发生装置接入口位置固定,模拟烟气通过整流栅进入测试区后气流均匀,只能检测均流烟气下火灾探测器的工作性能,测试区烟气分布规律不符合实际火灾烟气情况,不能反映烟气分布特性对探测性能的影响,也不能研究灰尘、水雾和风速分布变化对探测性能影响。此外,被测探测器只能安装在测试区中心,对探测器与起火点相对位置对探测性能影响没有研究。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种火灾探测性能综合检测模拟实验装置,以便进行点型火灾探测器在不同目标场所的火灾响应能力、环境适应能力和抗误报能力等性能检测。

[0006] 本发明为了达到上述的目的采用的技术方案为:一种火灾探测性能综合检测模拟实验装置,包括实验台主体、配套模拟发生装置、测控系统和排烟装置;

[0007] 所述实验台主体是前后左右四壁设有观察窗的长方体燃烧室,与标准燃烧实验室相似比例为1:10;所述燃烧室的顶棚中心和以此为圆心的半径0.3m的圆周上每15°均匀开有贯穿燃烧室器壁的螺纹孔,用于安装被检火灾探测器;所述顶棚的两侧各设有向外开启的排烟口;燃烧室的后壁、左侧壁和右侧壁下部的器壁上均匀开有贯穿燃烧室器壁的间距10cm的螺纹孔,作为配套模拟发生装置接入口;所述后壁和左侧壁上部均匀开有贯穿燃烧室器壁的间隔10cm的螺纹孔,作为烟气基本参数测量系统和烟气成分测量系统中测量探头或信号线引入口;所述底板中心设有烟气接入口;所述左侧壁和右侧壁中间开有条形卡槽,整流栅左右边缘置于条形卡槽内,可抽出拆卸;所述整流栅采用电磁控制开启关闭的百叶栅格;

[0008] 所述配套模拟发生装置,包括发烟器、电加热管、灰尘发生器、加湿器、气溶胶发生器和标准气体发生器;所述电加热管的电阻丝、灰尘发生器、加湿器、气溶胶发生器和标准气体发生器的输出口通过燃烧室器壁上配套模拟发生装置接入口与燃烧室相连,输出口位置可以根据实验要求选择左、右或中间接入口;所述发烟器为以不锈钢材料制作的长方体结构,其顶部为小型集烟罩,该集烟罩与发烟器四壁密封连接,集烟罩的烟气通道接入上述燃烧室烟气接入口;所述发烟器的内部设有格栅将内部空间分为燃烧区和通风区上下两部分,燃烧区前侧开设可向外开启的双扇门,通风区前侧设有向外开启的通风口;该发烟器的后侧和左右侧均设有观察窗;

[0009] 所述测控系统,包括烟气基本参数测量系统、烟气成分测量系统和烟气气流显示系统;所述烟气基本参数测量系统包括热电阻、湿度计、风速仪、离子烟浓度计、光学密度计及其数据处理装置,其测量探头或信号线通过燃烧室器壁上螺纹孔引入燃烧室内并安装在被检火灾探测器附近;所述烟气成分测量系统由通过可选引入口布置于燃烧室内的电化学气体成分测量探头及与其电信号连接的数据处理装置构成;所述烟气气流显示系统是布置于燃烧室前侧和右侧的对烟气流场进行记录的摄像机;

[0010] 所述燃烧室上方设有排烟装置,由集烟罩、排烟管道和排烟风机依次相连组成。

[0011] 本发明所提出的这种适合火灾探测性能检测的模拟实验装置,在具备常规火灾探测性能检测功能以外,还可根据探测器情况及适用场所特点组合设置,克服现有装置未考虑烟气分布特性,灰尘、水雾和风速变化,探测器位置对探测性能影响的缺点,其特点是功能多样,构造简单,可靠性高,组合和拆卸方便,成本较低。

[0012] 本发明的优点和积极效果为:

[0013] (1)、本发明装置可进行小尺寸标准试验火、均流烟气模拟和实际应用环境模拟等多种实验。

[0014] (2)、本发明考虑了火灾探测器相对于火源位置对火灾探测性能的影响。在燃烧室顶棚设有足够多的被检火灾探测器安装螺纹孔,以便根据火灾探测器实际情况,改变其在燃烧室内位置。

[0015] (3)、本发明考虑了烟气分布规律对火灾探测器性能的影响。燃烧室内整流栅可以卸掉,能够完整地模拟标准燃烧室试验室内烟气蔓延和分布状态,并可以通过观察窗清晰地监测到实验过程和现象。

[0016] (4)、本发明考虑动态的灰尘、水雾等典型误报干扰对火灾探测性能的影响。燃烧室侧壁和后壁下部设有足够模拟发生装置的接入口,可以根据实际应用环境,设置灰尘产生器和(或)加湿器的位置,卸掉整流栅,能够模拟干扰不稳定的动态情况。

附图说明

[0017] 图1为本发明火灾探测性能综合检测模拟实验装置的结构示意图;

[0018] 图2为本发明实验装置的实验台主体左前视图;

[0019] 图3为本发明装置的实验台主体右后视图;

[0020] 图4为本发明火灾探测性能综合检测模拟实验装置的发烟器结构示意图。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图说明本发明的具体实施方式。

[0022] 实施例：

[0023] 图 1 给出了火灾探测性能综合检测模拟实验装置的结构示意图。

[0024] 参见图 1, 本实施例火灾探测性能综合检测实验模拟装置包括实验台主体 1、配套模拟发生装置、测控系统和排烟装置。

[0025] 图 2 和图 3 分别为本发明装置中的实验台主体左前视图和右后视图的结构示意图。

[0026] 参见图 1、图 2 和图 3, 本实施例中实验台主体 1 为不锈钢材料长方体结构的燃烧室, 包括燃烧室框架、前壁 2、后壁 3、左侧壁 4、右侧壁 5、顶棚 6、底板 7、支撑架 8 和可装卸整流栅 9。燃烧室长 1.0m* 宽 0.7* 高 0.4m, 与标准燃烧实验室相似比例为 1:10。实验台顶棚上方设置可以向外打开的排烟口和开有 25 个贯穿燃烧室器壁的螺纹孔 21, 以顶棚中心为圆心半径 0.3m 的圆均匀分布, 螺纹孔为被检火灾探测器安装孔, 为被检火灾探测器提供多角度位置选择性, 被检火灾探测器可以根据需求选择某个螺纹孔, 其余未使用的螺纹孔用螺母旋转密封。底板中心设有直径 3cm 圆形烟气接入口 10。后壁 3 和左侧壁 4 上部均匀开有 7 个和 9 个贯穿燃烧室器壁的间距 10cm 的螺纹孔 24, 螺纹孔为热电阻、风速仪、湿度计、离子烟浓度计、光学密度计及气体成分分析仪的测量探头或信号线引入口, 测量元件可根据被检火灾探测器位置选择若干螺纹孔安装在被检火灾探测器附近, 通过数据处理装置采集各点相应温度、速度、湿度、烟浓度及烟气中各种气体成分的浓度的详细变化情况, 其他未使用的螺纹孔用螺母旋转密封。后壁 3、左侧壁 4 和右侧壁 5 下部均匀开有间距 10cm 的贯穿燃烧室的螺纹孔 23, 螺纹孔为电加热管、灰尘发生器、加湿器、气溶胶发生器和标准气体发生器的配套模拟发生装置接入口, 根据检测需要确定从上述仪器中选择几个或全部进行火灾环境模拟和 / 或火灾烟气模拟, 根据实际应用环境选择仪器接入口位置。四壁钢化玻璃部分为观察窗 25, 可以清楚地观察实验过程中烟气蔓延和分布情况对火灾探测性能的影响情况, 前壁和左侧壁外分别设有摄像机 19 记录实验中烟气流动情况。前壁可以以上部横轴为轴向外侧开启, 以便实验开始前在燃烧室内布置探测器、测量元件等装置。左右侧壁中间开有条形卡槽 26, 整流栅 9 可以根据需求置于卡槽 26 中, 将燃烧室分为测试区和整流区。整流栅为电磁控制开启 / 关闭的百叶栅格, 电磁阀开关通过燃烧室四壁螺纹孔引出至燃烧室外。

[0027] 图 4 为本发明火灾探测性能综合检测模拟实验装置中的发烟器结构示意图。

[0028] 参见图 4, 发烟器 11 为不锈钢材料的长方体结构, 其顶部为小型集烟罩 27, 该集烟罩与发烟器四壁密封连接, 集烟罩的烟气通道导入上述燃烧室烟气接入口; 内部设有格栅 28, 将内部空间分为燃烧区和通风区上下两部分, 燃烧区前侧开设可向外开启的双扇门 29, 可放入所需发烟燃料, 通风区前侧均设有向外开启的通风口 30, 以便燃烧时补风, 有利于烟气进入燃烧室; 发烟器的后侧和左右侧均安装观察窗 31, 以便观察发烟器内部燃料燃烧情况。

[0029] 实验 1

[0030] 进行火灾探测器的小尺寸标准试验火实验时, 卸去整流栅 9, 根据检测需求通过螺纹孔 21 安装被检火灾探测器, 通过螺纹孔 24 在被检火灾探测器附近安装测量元件, 启动测控系统中各设备。根据相似性理论确定木材阴燃、棉绳阴燃、聚氨酯塑料、正庚烷等标准试

验火燃料尺寸和用量,计算原理与具体步骤如下:

[0031] 火灾学中的 Froude 相似模型要求火源的实际情况和小尺寸情况下广义无量纲热释放速率(HRR)相同,因为:

$$[0032] \quad \dot{Q}^* = \frac{\dot{Q}}{\rho_{\infty} T_{\infty} c_p \sqrt{gl}^2} \sim \frac{\dot{m} \Delta H_c}{\rho_{\infty} \sqrt{gl}^2} \sim \frac{v \rho_f l^2}{\rho_{\infty} \sqrt{gl}^2} \sim \frac{v}{\sqrt{gl}} = Fr \quad (1)$$

[0033] ρ_{∞} , T_{∞} 和 c_p 为环境空气的热物理性参数, g 为重力加速度, ΔH_c 为燃烧热, \dot{Q} 热释放速率, \dot{Q}^* 无量纲热释放速率。

$$[0034] \quad \text{几何相似 } x_m = x_0 \left(\frac{l_m}{l_0} \right) \quad (2)$$

$$[0035] \quad \text{HRR 相似 } \dot{Q}_{c,m} = \dot{Q}_{c,0} \left(\frac{l_m}{l_0} \right)^{5/2} \quad (3) \text{ 下标 } 0 \text{ 指}$$

代原型即实际大尺寸情况, m 指代模型即小尺寸情况, x 和 l 为几何尺寸, \dot{Q}_c 为对流热释放速率。

[0036] 将所需燃料放入发烟器 11 的燃烧区点燃,关闭双扇门 29,打开通风口 30。通过热电阻、风速仪、湿度计和气体分析仪分别测量火灾探测器所处的温度、速度、湿度和各种气体成分浓度;通过离子烟浓度计和光学密度计测量烟气浓度,用摄像机 19 记录烟气蔓延和分布情况,从而综合测量火灾探测器发出报警信号时烟气各项参数大小并记录各项参数在实验过程中变化情况,完成火灾探测器的性能检测工作。

[0037] 实验 2

[0038] 均流烟气模拟实验能够检测火灾探测器长期处于特定环境情况下的稳定性。进行火灾探测器的均流烟气模拟实验时,装上整流栅 9,确定被检火灾探测器位置并在其周围安装测量元件,根据需要模拟火灾的特点选择接入电加热管 14、灰尘发生器 12、加湿器 13、气溶胶发生器 15 和标准气体发生器 16 中的几个或全部进行模拟火灾烟气的温度升高、灰尘增加、水雾增加、气溶胶增加或某种气体浓度增加的过程,同时可以选择在发烟器内通过燃烧动物油脂等实际生活燃料生成烹调油烟等干扰信号。首先,通过电磁阀关闭整流栅 9,在燃烧室整流区通过配套模拟发生装置将模拟烟气各项参数(环境空气温度、烟雾、灰尘、水雾、油烟干扰信号)达到实验设计初始值,然后开启整流栅 9,模拟烟气进入测试区。对于定温式和差温式火灾探测器的检测,调节电加热管功率对整流区气体进行加热,提供 0°C ~ 100°C 之间连续稳定的温度值或某一升温速率,检测出定温式和差温式火灾探测器响应时烟气温度和升温速率。对于气体火灾探测器的检测,调节标准气体发生器的流量控制阀,增加气体加入速率,实现气体浓度不断升高的过程,从而检测气体火灾探测器的性能。

[0039] 实验 3

[0040] 进行火灾探测器的实际应用环境实验时,卸下整流栅 9,根据实际应用环境中情况确定被检火灾探测器位置并在其周围安装测量元件,或通过顶棚螺纹孔 21 改变火灾探测器位置研究位置对火灾探测性能的影响。选择接入电加热管 14、灰尘发生器 12、加湿器 13 和小功率风机的几个或全部进行模拟实际应用环境中温度、灰尘浓度、湿度和风速基本参

数。通过后壁和侧壁下部螺纹孔 23 改变灰尘发生器 12 和 / 或加湿器 13 的位置研究灰尘和 / 或水雾来源位置对火灾探测性能的影响。调节灰尘发生器和加湿器的流量控制阀,使灰尘浓度和水雾以某一特定值增长,研究灰尘和 / 或水雾的动态变化对火灾探测器性能的干扰情况,对如何改进火灾探测器起到促进作用。根据实际应用环境中可燃物情况,选择火源燃料,由相似性理论确定燃料尺寸和用量,将燃料放入发烟器 11 的燃烧区中点燃,从而检测出实际应用环境中火灾探测器的工作性能。

[0041] 实验台主体上方设有排烟装置 20,由集烟罩、排烟管道和排烟风机构成。每次实验结束后,打开燃烧室顶棚上排烟口 22,开启排烟风机将燃烧室内烟气排出燃烧室。

[0042] 本发明未详细阐述的部分属于本领域公知技术。

[0043] 尽管上面对本发明说明性的具体实施方式进行了描述,以便于本技术领域的技术人员理解本发明,但应该清楚,本发明不限于具体实施方式的范围,对本技术领域的普通技术人员来讲,只要各种变化在所附的权利要求限定和确定的本发明的精神和范围内,这些变化是显而易见的,一切利用本发明构思的发明创造均在保护之列。

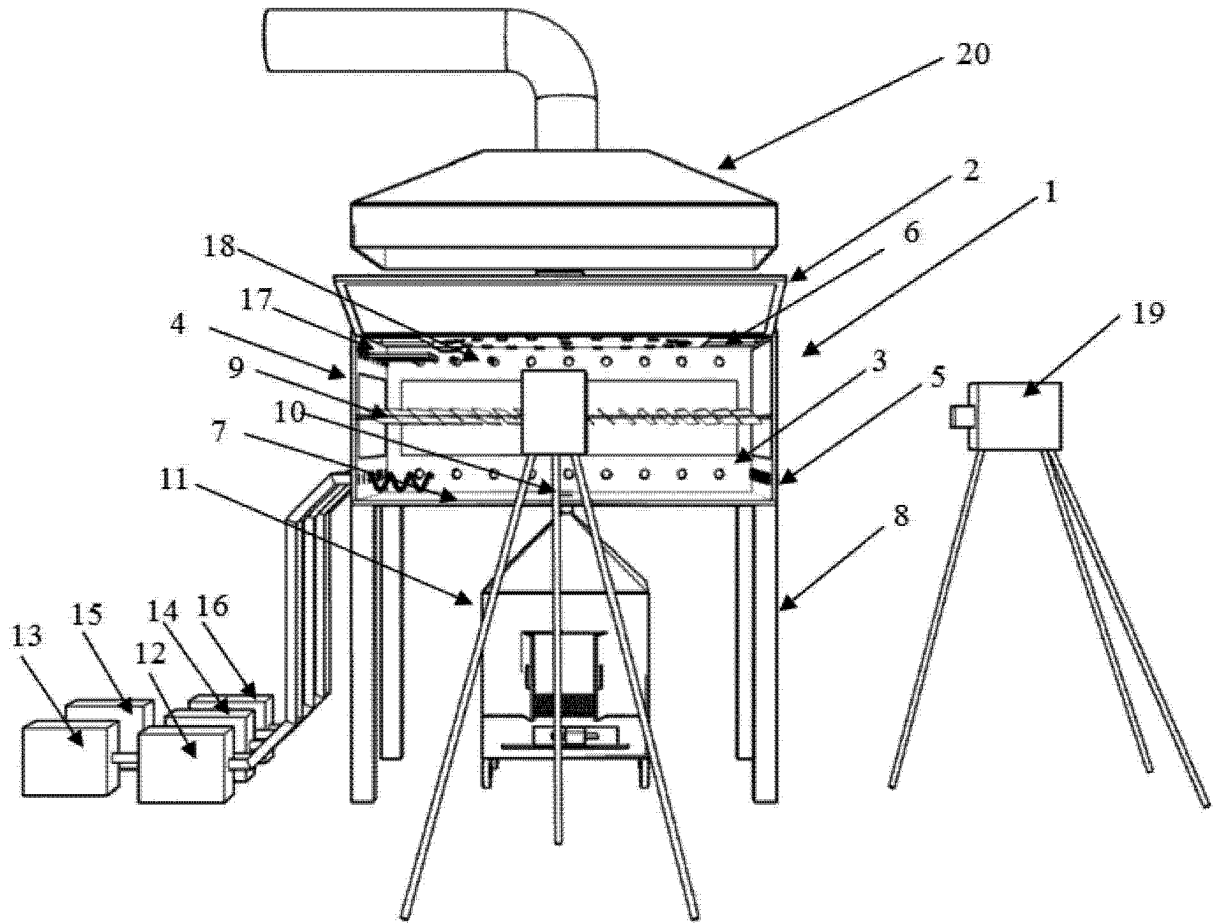


图 1

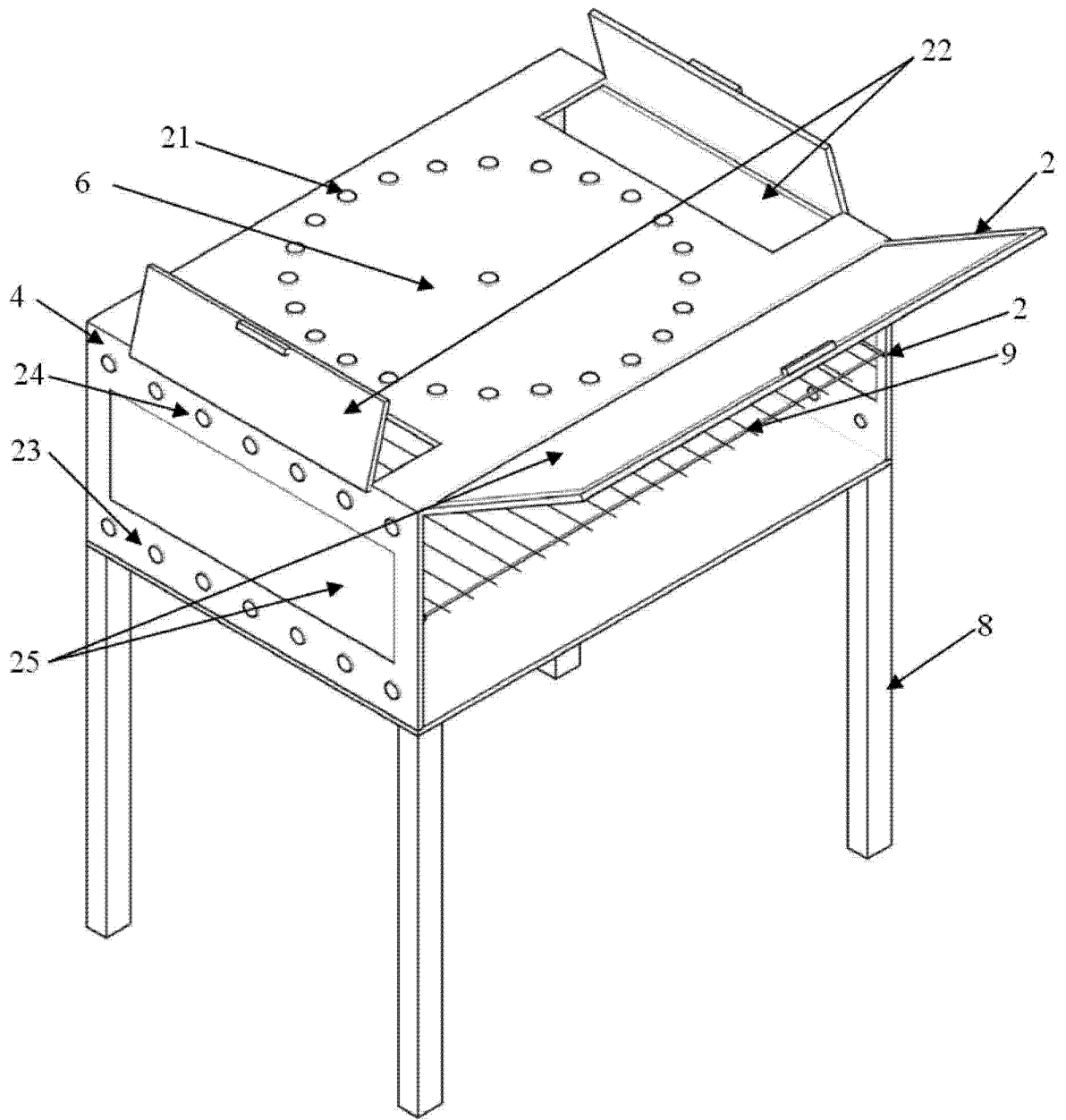


图 2

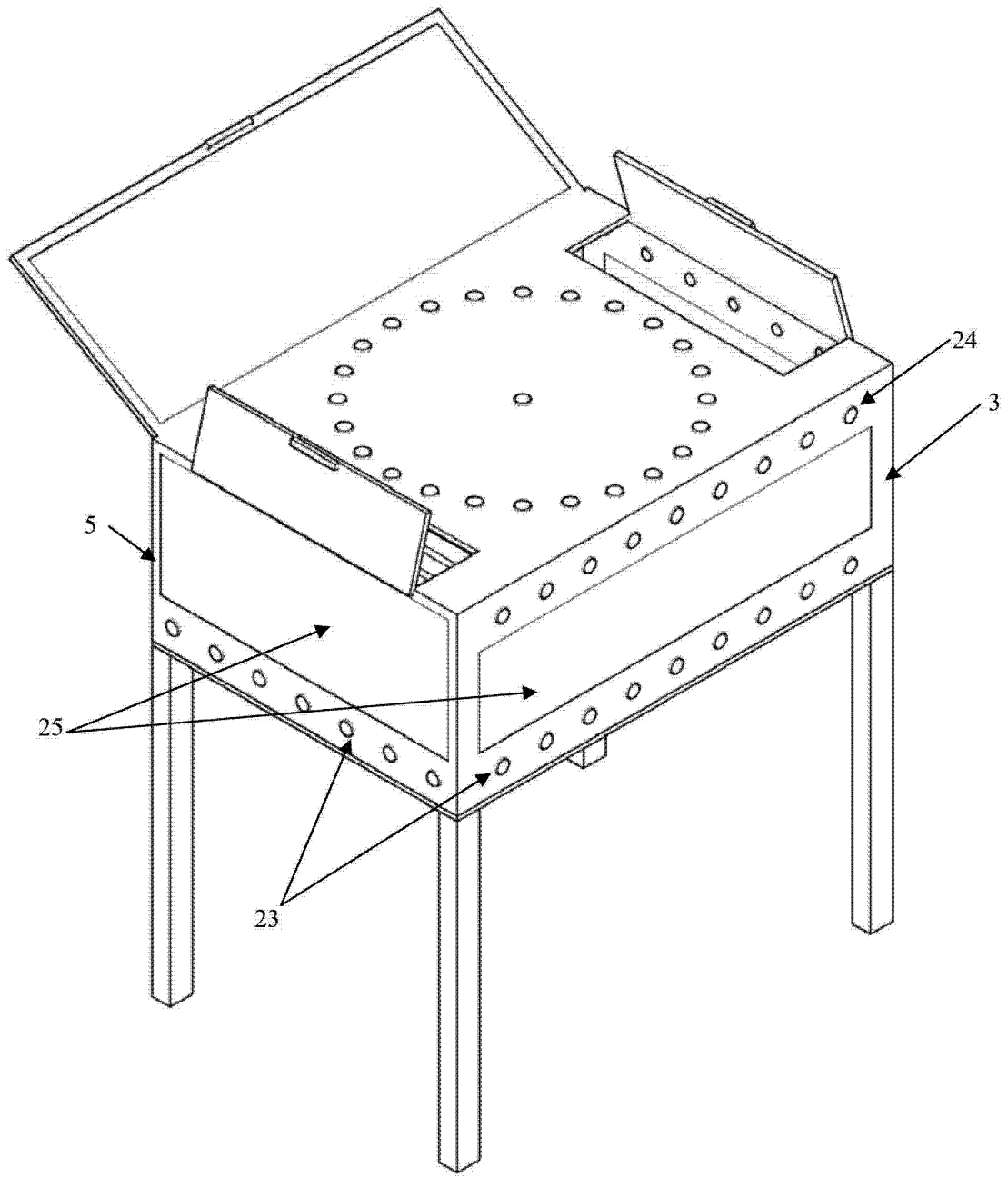


图 3

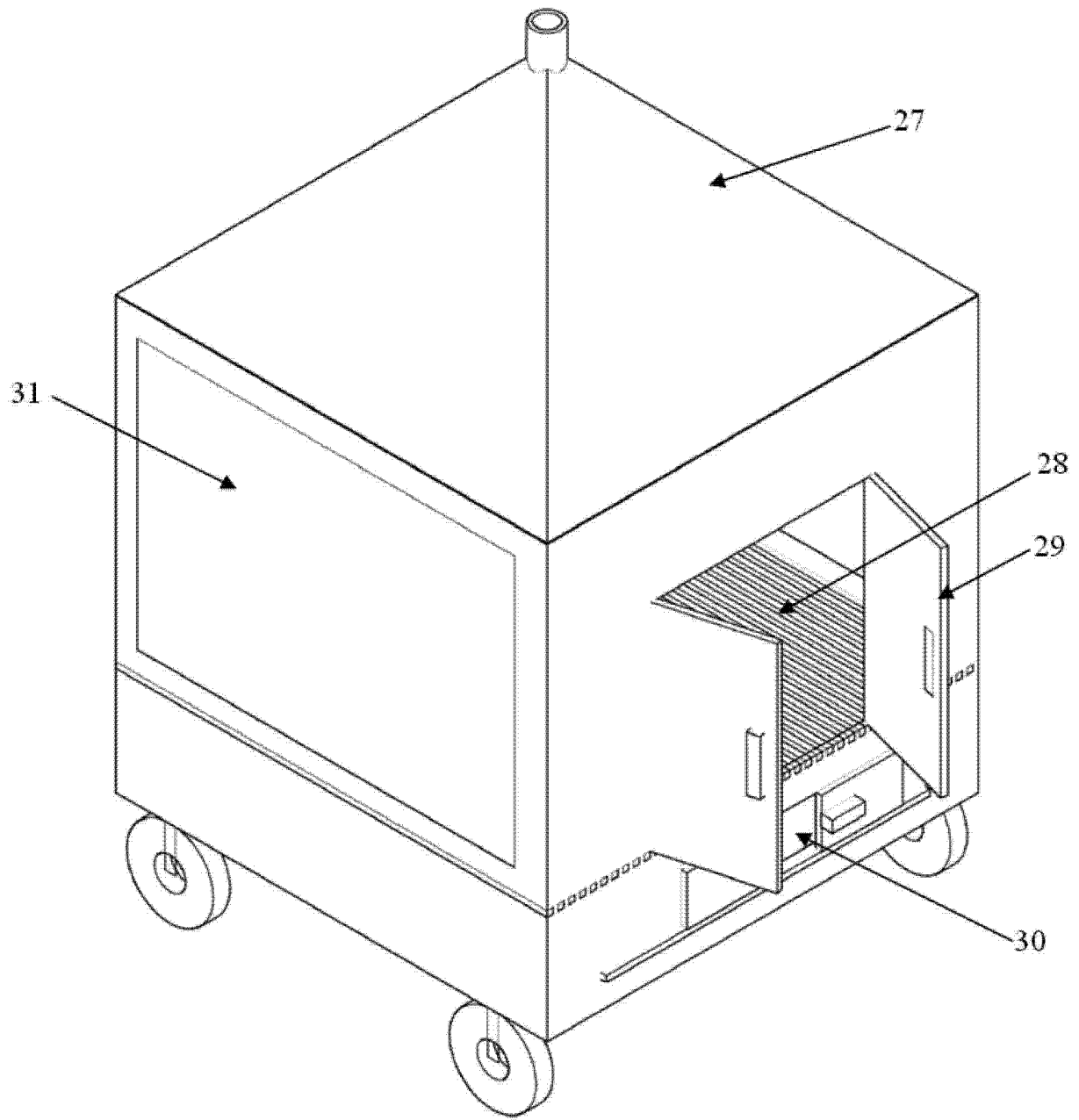


图 4